

(19)



Europäische Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 709 481 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:

01.05.1995 Bulletin 1995/18

(51) Int Cl.⁶ C22C 38/32, C22C 38/54

(21) Numéro de dépôt: 95402230.7

(22) Date de dépôt: 06.10.1995

(84) Etats contractants désignés:

AT BE DE ES GB IT PT SE

• Chenou, Frédéric

F-71200 Le Creusot (FR)

• Primon, Gilbert

F-71230 Saint Valier (FR)

(30) Priorité: 31.10.1994 FR 9413029

(71) Demandeur: CREUSOT LOIRE INDUSTRIE
(Société Anonyme)
F-92800 Puteaux (FR)

(74) Mandataire: Ventavoll, Roger
TECHMETAL PROMOTION (Groupe USINOR
SACILOR),
Immeuble "La Pacific",
11/13 Cours Valmy - La Défense 7,
TSA 10001
F-92070 Paris La Défense Cédex (FR)

(72) Inventeurs:

• Beguinot, Jean
F-71200 Le Creusot (FR)

(54) Acier faiblement allié pour la fabrication de moules pour matières plastiques ou pour caoutchouc

(57) Acier faiblement allié pour la fabrication de moules pour matières plastiques ou pour caoutchouc dont la composition chimique comprend en poids de 0,24% à 0,35% de Carbone, de 1 % à 2,5% de Manganèse, de 0,3% à 2,5% de Chrome, de 0,1% à 0,8% de Molybdène plus Tungstène divisé par 2, jusqu'à 2,5% de Nickel, de 0% à 0,3% de Vanadium, moins de 0,5% de Silicium, de 0,002% à 0,005% de Bore, de 0,005% à 0,1% d'Aluminium, de 0% à 0,1% de Titane, moins de 0,02% de Phosphore. La composition chimique devant satisfaire en outre à la relation:

$$U = 409(\%C) + 19,3(\%Cr) + \%Mo + \%W/2 + \%V + 29,4(\%Si) + 10(\%Mn) + 7,2(\%Ni) < 200$$

et à la relation:

$$R = 3,82(\%C) + 9,79(\%Si) + 3,34(\%Mn) + 11,94(\%P) + 2,39(\%Ni) + 1,43(\%Cr) + 1,49(\%Mo + \%W/2) < 11,14$$

EP 0 709 481 A1

Description

La présente invention concerne un acier faiblement allié utilisé notamment pour la fabrication de moules pour matières plastiques ou pour caoutchouc.

Les moules pour matières plastiques ou pour caoutchouc sont fabriqués par usinage de blocs de métal massifs dont l'épaisseur peut dépasser 500mm. La surface de l'empreinte obtenue par usinage est le plus souvent soit polie soit grânée chimiquement afin de conférer aux objets obtenus par moulage l'aspect de surface souhaité. Afin de réduire au maximum l'usure des moules, tout point de leur surface doit avoir une dureté élevée comprise entre 260HB et 400HB et le plus souvent entre 270HB et 350HB. Ils doivent également avoir une limite d'élasticité la plus élevée possible et une bonne résilience pour résister aux chocs et aux déformations.

L'opération d'usinage étant très importante, puisqu'elle représente couramment 70% du coût total de fabrication du moule, le métal doit être le plus usinable possible et, très souvent, l'aptitude à l'usinage ne peut pas être obtenue par des additions classiques trop importantes tels que le Soufre ou le Plomb, car ces additions détériorent l'aptitude au polissage ou au grainage.

Les moules étant assez souvent réparés par soudure, le métal utilisé doit également être le plus soudable possible. Enfin, le moulage des matières plastiques ou du caoutchouc se faisant à chaud, le métal utilisé doit avoir une conductibilité thermique la plus élevée possible afin de faciliter les transferts thermiques qui limitent la productivité de la fabrication d'objets moulés.

Pour fabriquer les moules on utilise en général des blocs d'acier faiblement allié suffisamment trempant pour obtenir, après trempe et revenu une structure martensitique ou martensito-bainitique ayant une dureté suffisante, une limite d'élasticité élevée, une bonne ténacité.

L'acier le plus utilisé est l'acier P20 selon la norme AISI ou les aciers W1.2311 ou W1.2738 selon la norme allemande WERKSTOFF.

L'acier P20 contient, en poids, de 0,28% à 0,4% de Carbone, de 0,2% à 0,8% de Silicium, de 0,6% à 1% de Manganèse, de 1,4% à 2% de Chrome, de 0,3% à 0,55% de Molybdène, le reste étant du fer et des impuretés liées à l'élaboration.

Les aciers W1.2311 et W1.2738 contiennent, en poids, de 0,35% à 0,45% de Carbone, de 0,2% à 0,4% de Silicium, de 1,3% à 1,6% de Manganèse, de 1,8% à 2,10% de Chrome et de 0,15% à 0,25% de Molybdène; l'acier W1.2738 contient en outre de 0,9% à 1,2% de Nickel, le reste étant du fer et des impuretés liées à l'élaboration.

Ces aciers ont une bonne tenue à l'usure, mais il ont une soudabilité, une aptitude à l'usinage, une ténacité et une conductibilité thermique insuffisantes.

Afin d'améliorer l'aptitude au soudage, il a été proposé, dans la demande EP 0 431 557, un acier contenant, en poids, de 0,1% à 0,3% de Carbone, moins de 0,25% de Silicium, de 0,5% à 3,5% de Manganèse, moins de 2% de Nickel, de 1% à 3% de Chrome, de 0,03% à 2% de Molybdène, de 0,01% à 1% de Vanadium, moins de 0,002% de Bore, élément considéré comme étant une impureté nuisible, le reste étant substantiellement du fer; la composition devant en outre satisfaire à la relation:

$$BH = 326 + 847,3(\%C) + 18,3(\%Si) - 8,6(\%Mn) - 12,5(\%Cr) \leq 480$$

Compte tenu de cette relation, la teneur en Carbone doit rester inférieure à 0,238%.

Cet acier qui a certes, une bonne soudabilité et une usinabilité acceptable, présente cependant une conductibilité thermique insuffisante.

En fait, l'Homme du Métier choisit toujours une analyse située à l'intérieur des fourchettes indiquées de façon à obtenir une trempabilité suffisante pour pouvoir réaliser des pièces d'épaisseur pouvant dépasser 400mm; en particulier les différents éléments ne peuvent jamais être simultanément au bas des fourchettes. De ce fait tous ces aciers ont une conductibilité thermique inférieure à 35W/mK et lorsque, dans certains moules, il est nécessaire d'avoir certaines parties dont la conductibilité thermique est sensiblement supérieure, on réalise les parties correspondantes en alliage de Cuivre/Aluminium/Fe dont la conductibilité thermique est supérieure à 40W/mK. Mais cette technique présente l'inconvénient de compliquer la fabrication des moules puisque ce sont alors des objets composites, de plus les alliages utilisés sont beaucoup plus coûteux que l'acier.

Le but de l'invention est de proposer un acier pour la fabrication de moules pour matières plastiques ou pour caoutchouc qui, tout en ayant au moins les mêmes propriétés mécaniques et d'aptitude à l'usinage des aciers connus, ait une conductibilité thermique supérieure à 40W/mK afin de permettre notamment de fabriquer des moules entièrement en acier.

A cet effet, l'invention a pour objet un acier faiblement allié destiné à la fabrication de moules pour matières plastiques ou pour caoutchouc, dont la composition chimique comprend en poids:

$$0,24\% \leq C \leq 0,35\%$$

$$1\% \leq Mn \leq 2,5\%$$

$$0,3\% \leq Cr \leq 2,5\%$$

moins de 0,02% de Phosphore qui est une impureté fragilisante.

Outre ces éléments principaux de composition chimique, l'acier contient ou peut contenir des éléments tels que le Silicium, le Cuivre, le Nickel soit à titre d'impuretés soit à titre d'éléments d'alliage complémentaires.

L'acier, notamment lorsqu'il est fabriqué à partir de ferrailles contient un peu de Cuivre et de Nickel. Lorsque le Nickel est en faible quantité, le Cuivre en des teneurs trop importantes crée des défauts lors du laminage à chaud ou du forgeage à chaud car il fragilise les joints de grain. En l'absence d'additions particulières, les teneurs en Nickel et Cuivre restent inférieures à 0,5% chacune.

On peut ajouter jusqu'à 2,5% de Nickel pour augmenter la trempabilité.

On peut également ajouter du Cuivre pour produire un effet de durcissement structural. Dans ce cas, la teneur en Cuivre doit être comprise entre 0,5% et 2% et être accompagnée d'une teneur en Nickel comprise entre 0,8% et 2,5%.

La dureté peut également être ajustée par des additions de Niobium en des teneurs inférieures à 0,1%.

Lorsque les exigences d'aptitude au polissage ou au grainage le permettent, on peut améliorer l'usinabilité par des additions de Soufre, Tellure, Sélénium, Bismuth, Calcium, Antimoine, Plomb, Indium, Zirconium ou Terres rares en des teneurs inférieures à 0,1%.

Les inventeurs ont constaté que, dans ce domaine de composition chimique, lorsque :

$$U = 409(\%C) + 19,3(\%Cr) + (\%Mo + \%W/2) + \%V + 29,4(\%Si) + 10(\%Mn) + 7,2(\%Ni) < 200$$

l'usinabilité est très sensiblement meilleure que pour les aciers de type P20.

Enfin, pour que la conductibilité thermique soit suffisante il faut que :

$$R = 3,82(\%C) + 8,79(\%Si) + 3,34(\%Mn) + 11,94(\%P) + 2,38(\%Ni) + 1,43(\%Cr) + 1,43(\%Mo + \%W/2) < 11,14$$

Aussi, la composition chimique doit être choisie pour que $U < 200$ et $R < 25$. La conductibilité thermique est alors supérieure à 40W/mK.

Pour fabriquer un moule, on élabore un acier selon l'invention en faisant éventuellement une prédesoxydation au Silicium, puis une désoxydation à l'aluminium, puis on ajoute le titane et le bore.

Le métal liquide ainsi obtenu est coulé sous forme d'un demi produit tel qu'un lingot, une brame ou une billette.

Le demi produit est alors réchauffé à une température de préférence inférieure à 1300°C et soit forgé, soit laminé pour obtenir une barre ou une tôle.

La barre ou la tôle est alors trempée pour obtenir dans toute sa masse une structure martensitique ou martensito-bainitique.

La trempe peut se faire soit directement dans la chaude de laminage ou de forgeage si la température de fin de laminage ou de fin de forgeage est inférieure à 1000°C, soit après austénitisation à une température supérieure au point A_{c3} et de préférence inférieure à 1000°C.

Après trempe à l'air, à l'huile ou à l'eau selon les dimensions, les barres ou tôles sont soumises à un revenu à température supérieure à 500°C et de préférence supérieure à 550°C de façon à obtenir une dureté comprise entre 270HB et 350HB, et de préférence voisine de 300HB, en tous points des barres ou tôles et de telle sorte que les contraintes internes engendrées par la trempe soient relaxées.

On découpe alors des blocs de dimension voulue qui sont usinés de façon notamment à former l'empreinte de l'objet qu'on souhaite obtenir par moulage.

La surface de l'empreinte peut alors être soumise à un traitement de surface tel qu'un polissage ou un grainage pour lui donner l'aspect de surface souhaité et éventuellement être nitrurée ou chromée.

A titre d'exemple, on a réalisé des moules avec l'acier A de composition : (% en poids)

C = 0,25%

Si = 0,25%

Mn = 1 1%

Cr = 1,3%

Mo = 0,35%

Ni = 0,25%

V = 0,04%

Cu = 0,3 %

B = 0,0027%

Al = 0,025%

Ti = 0,020%

S = 0,001%

P = 0,010%

On a réalisé des blocs de 400mm d'épaisseur, austénitisés à 900°C pendant 1 heure, trempés à l'eau puis revenus à 550°C pendant 1 heure et refroidis à l'air. On a obtenu ainsi une structure martensito-bainitique de dureté comprise

EP 0 709 481 A1

La conductibilité thermique :

$$\lambda = 35 \text{ Wm}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

Cet acier a un indice BH meilleur que celui de l'acier A mais il a un Carbone équivalent plus mauvais. Son indice d'usinabilité est comparable à celui de l'acier A mais sa conductibilité thermique est plus faible de 15%.

On a également fabriqué des blocs de 400mm d'épaisseur en acier B selon l'invention austénitisés à 920°C, trempés à l'eau et revenus à 560°C puis refroidis à l'air. La dureté en tout point était comprise entre 300HB et 315HB. La limite d'élasticité Re était de 978MPa, et la résistance à la rupture Rm de 969MPa soit un rapport Re/Rm de 0,91.

La composition de l'acier était :

10	C = 0,25%
	Si = 0,1%
	Mn = 1,3%
	Cr = 1,3%
	Mo = 0,4%
15	V = 0,01%
	B = 0,0025%
	Al = 0,055%
	S = 0,002%
	P = 0,015%
20	Ni = 0,8%
	Cu = 0,35%

Le carbone équivalent était :

$$\text{Ceq} = 0,83$$

Le coefficient BH était :

$$\text{BH} = 512$$

L'indice d'usinabilité était :

$$U = 153$$

La conductibilité thermique :

$$\lambda = 44 \text{ Wm}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

Cet acier, dont l'analyse se distingue de celle de l'acier A principalement par la teneur en Silicium et en Nickel présente les mêmes avantages que l'acier A et de plus, il a une conductibilité thermique bien meilleure.

Revendications

1. Acier faiblement allié dont la composition chimique comprend, en poids:

35	$0,24\% \leq C \leq 0,35\%$
	$1\% \leq \text{Mn} \leq 2,5\%$
40	$0,3\% \leq \text{Cr} \leq 2,5\%$
	$0,1\% \leq \text{Mo} + \text{W}/2 \leq 0,8\%$
	$0,1\% \leq \text{W}/2 \leq 0,8\%$
	$\text{Ni} \leq 2,5\%$
45	$0\% \leq \text{V} \leq 0,3\%$
	$\text{Si} \leq 0,5\%$
	$0,002\% \leq \text{B} \leq 0,005\%$
	$0,005\% \leq \text{Al} \leq 0,1\%$
	$0\% \leq \text{Ti} \leq 0,1\%$
50	$\text{P} \leq 0,02\%$
	$\text{Cu} \leq 2\%$

éventuellement, au moins un élément pris parmi Nb, Zr, S, Se, Te, Bi, Ca, Sb, Pb, In et Terres rares, en des teneurs inférieures à 0,1%, le reste étant du fer et des impuretés liées à l'élaboration.

la composition chimique satisfaisant, en outre, les relations

$$U = 409(\%C) + 19,3(\%Cr) + (\%Mo + \%W/2) + \%V + 29,4(\%Si) + 10(\%Mn) + 7,2(\%Ni) < 200$$

et

$$R = 3,82(\%C) + 9,79(\%Si) + 3,34(\%Mn) + 11,94(\%P) + 2,39(\%Ni) + 1,43(\%Cr) + 1,43(\%Mo + \%W/2) < 11,14$$

EP 0 709 481 A1

où,

$$R = 3,82(\%C) + 9,79(\%Si) + 3,34(\%Mn) + 11,94(\%P) + 2,39(\%Ni) + 1,43(\%Cr) + 1,43(\%Mo + \%W/2) < 11,14$$

8. Acier faiblement allié selon la revendication 7 caractérisée en ce que la composition chimique de l'acier faiblement allié comprend, en poids : Si $\leq 0,1\%$

9. Acier faiblement allié selon l'une quelconque des revendications 7 ou 8 caractérisé en ce que :
 $0,5\% \leq Ni \leq 2,5\%$
 $0,5\% \leq Cu \leq 2\%$

10. Utilisation d'un acier selon l'une quelconque des revendications 7 à 9 pour la fabrication d'un moule pour matières plastiques ou pour caoutchouc, caractérisée en ce que le moule est fabriqué par usinage d'au moins un bloc de l'acier, trempé revenu.

11. Utilisation d'un acier selon la revendication 10 pour la fabrication d'un moule pour matières plastiques ou pour caoutchouc, par usinage d'au moins un bloc de l'acier, trempé revenu, et de dureté comprise entre 270HB et 350HB.



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 95 40 2230

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
X	JP-A-5 302 117 (AICHI STEEL WORKS LTD.) * le document en entier *	1	C22C38/32 C22C38/54
Y	JP-A-5 171 356 (KAWASAKI STEEL CORP.) * le document en entier *	1	
Y	US-A-3 418 110 (SUSUMU GODA ET AL.) * le document en entier *	1	
A	GB-A-1 020 913 (YAWATA IRON & STEEL COMPANY LTD.) * le document en entier *	1-3	
A	GB-A-2 186 594 (HUNTING OILFIELD SERVICES LIMITED) *Revendications 1-7*	1-4	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			C22C
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Liste de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
LA HAYE		31 Janvier 1996	Lippens, M
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul		Y : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		D : cité dans la demande	
A : source d'information technique		L : cité pour d'autres raisons	
O : divulgation non-écrite		A : membre de la même famille, document correspondant	
P : document prioritaire			

REVUE FORME IMPRIMÉ (P. 000000)